

Wind power plant for electric power generation

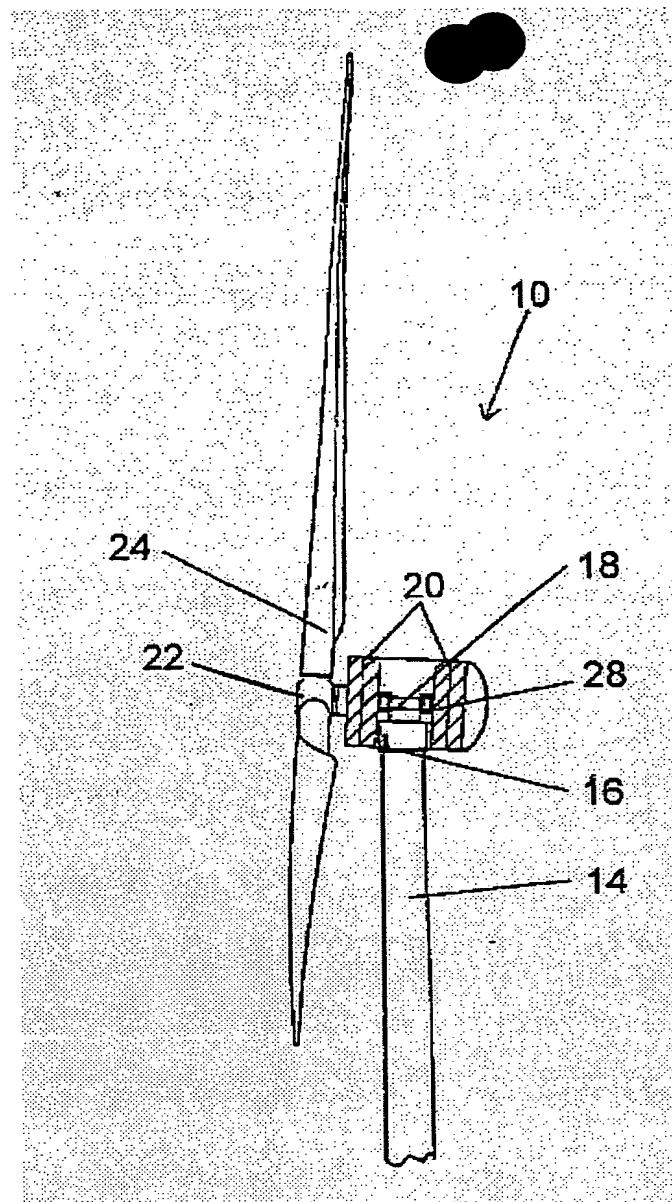
Patent number: DE19652673
Publication date: 1998-06-25
Inventor: JENSEN MARTEN DIPL ING (DE)
Applicant: JENSEN MARTEN DIPL ING (DE)
Classification:
- international: F03D1/00
- european: F03D9/00C
Application number: DE19961052673 19961218
Priority number(s): DE19961052673 19961218

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19652673

The wind power plant includes a tower (14), a gondola (16), a rotor (22), at least one drive shaft (18), a control unit (30), and a generator unit. The generator unit is module-based and includes several generator modules (20), whereby the control unit enables a selective switching of individual generator modules. The generator modules are preferably ring generators which are arranged on either side of the tower, whereby the individual generator modules may differ in their power recording.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLANDDEUTSCHES
PATENTAMT(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 196 52 673 A 1(51) Int. Cl. 6:
F 03 D 1/00

- (21) Aktenzeichen: 196 52 673.6
 (22) Anmeldetag: 18. 12. 96
 (43) Offenlegungstag: 25. 6. 98

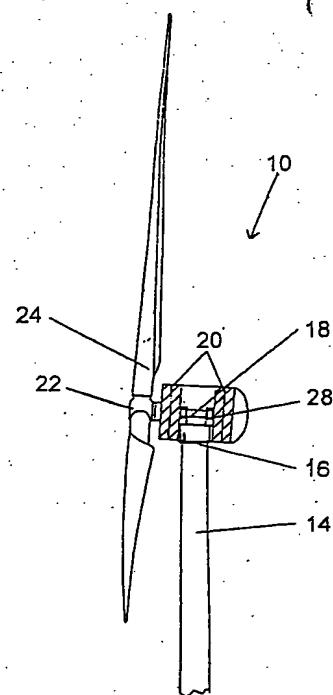
- (71) Anmelder:
 Jensen, Marten, Dipl.-Ing., 25920 Stedensand, DE
 (74) Vertreter:
 Hübner, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 87435 Kempten

- (72) Erfinder:
 gleich Anmelder
 (56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 zu ziehende Druckschriften:
 DE 44 36 057 A1
 DE 91 06 898 U1
 EP 02 42 323 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Windkraftanlage

- (57) Windkraftanlage (10) zur Stromerzeugung mit einem Turm (14), einer Gondel (16), einem Rotor (22), einer Antriebswelle (18), einer Steuereinheit (30) und einer Generatoreinheit, bei der die Generatoreinheit aus mehreren Generatormodulen (20) aufgebaut ist, die sowohl luv- als auch leeseitig vom Turm (14) auf einer Antriebswelle (18) angeordnet sind. Die Generatormodule (20) sind dabei über eine Steuereinheit (30) simultan aber auch einzeln, stufenweise und unabhängig voneinander dem Netz zuschaltbar.



Die Erfindung betrifft eine Windkraftanlage mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

Windkraftanlagen können einerseits dazu ausgelegt sein, Strom zu erzeugen (wie bei einer erfundungsgemäßen Windkraftanlage), und andererseits dazu dienen, die Energieform direkt in mechanische Energie umzusetzen (wie beispielsweise bei Windpumpensystemen). Stromerzeugende Windkraftanlagen weisen folgende Komponenten auf: einen Turm (oder Mast) und eine Gondel, die meist als Maschinenträger für die Maschinen eines sogenannten Antriebsstranges dient. Der je nach Auslegung der Windkraftanlage in seiner Höhe variierende Turm kann aus konischen Rundstahllementen oder aus Betonringmodulen aufgebaut sein. Vor der Gondel befindet sich ein Rotor mit seiner Nabe. Der in der Gondel geschützt liegende Antriebsstrang umfaßt neben einer Rotorwelle mit Lagerung bei den meisten bekannten Anlagen Hydraulikaggregate für die Rotorblattverstellung, Bremse(n), eine Generatoreinheit, – bei Windkraftanlage mit Getriebe – eine Getriebeeinheit gegebenenfalls mit Kupplungen, Sensoren zur Erfassung von Parametern für die Betriebsführung der Windkraftanlage sowie eine Steuerungselektronik zur Funktions- und Betriebsüberwachung. Die Anordnung und Auslegung dieser Komponenten ist entscheidend für die Effizienz der Windkraftanlage und damit auch entscheidend für deren Wirtschaftlichkeit.

Die verschiedenen Bauweisen von Windkraftanlagen nach dem Stand der Technik lassen sich in Anlagen mit Getriebe und getriebefreie Anlagen klassifizieren. Letztere weisen meist einen (permanentmagneterregten oder über einen Erregerstromkreis erregten) Ringgenerator auf und zeichnen sich durch den Vorteil eines geringeren Gewichtes und Volumens aus.

Bei bekannten horizontalachsigen Windkraftanlagen der eingangs genannten Art besteht die Generatoreinheit – wie in Fig. 1 schematisch dargestellt – aus einem Generator. Dieser ist meist luvseitig vom Turm angeordnet. Dadurch wird die Betriebsführung der Windkraftanlage aus konstruktionstechnischen Gründen beschränkt und eine mögliche Ertragssteigerung durch variabler und besser angepaßte Anlagen vermieden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, die Bauweise einer Windkraftanlage zu vereinfachen und deren Betriebsführung variabler zu gestalten, um dadurch eine Ertragsoptimierung zu erzielen.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch eine Windkraftanlage mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Durch die erfundungsgemäße Lösung entsteht der wesentliche Vorteil, daß mit ein und demselben Generatormodul Windkraftanlagen mit unterschiedlichen Leistungscharakteristiken bestückt werden können. Dadurch sinken die Produktionskosten des Gesamtsystems. Mit der erfundungsgemäßen Lösung sinken die Kosten auch dadurch, daß – bedingt durch die modulare Bauweise – die verschiedenen Komponenten der Anlage nicht nur in ihrem Nennpunkt, sondern vermehrt und wesentlich variabler auch im Teillastbereich gefahren und damit bessere Ertragswerte für das Gesamtsystem erzielt werden können.

Ein weiterer wichtiger Vorteil liegt darin, daß neben den Montage- auch die Reparatur- und Wartungsarbeiten leichter, schneller und damit kostengünstiger ausgeführt werden können. Die einzelnen Module haben ein geringeres Gewicht als ein Gesamtgenerator nach dem Stand der Technik. Dadurch sind beispielsweise kleinere, günstigere Kräne einsetzbar. Gerade in unwegsameren Gelände und in windintensiven Regionen – z. B. in Entwicklungsländern –, wo die Logistik Probleme machen kann, spielt dies eine wichtige

Rolle in der Natur.

Bei der Genehmigung von Windkraftanlagen ist die Statik des Systems, die Standfestigkeit, ein entscheidendes Kriterium. Für die Untersuchung der Dynamik des Systems ist 5 das (unerwünschte) Schwingungsverhalten der Gondel, des Turms und der kräfteübertragenden Bauteile ausschlaggebend. Je kompakter daher das System, insbesondere die Gondel, aufgebaut ist, desto günstiger wirkt sich das auf die statischen und dynamischen Verhältnisse der Windkraftanlage 10 aus. Mit der erfundungsgemäßen Möglichkeit der wahlweise luv- und/oder leeseitigen Anordnung der Generatormodule von der Turmachse kann die Auslegung der Anlage 15 wesentlich besser an aktuelle statische Anforderungen, die sich z. B. aus dem Schwingungsverhalten des Gesamtsystems ergeben, angepaßt werden.

Weiterhin fließen bei der Ertragsoptimierung einer Windkraftanlage auch aerodynamische Aspekte, insbesondere der Gondel, mit ein. Letztere ist durch die modulare Bauweise 20 der einen wesentlichen Prozentsatz des Volumens der Gondel einnehmenden Generatoreinheit somit optimal an aerodynamische wie auch statische Anforderungen anpaßbar.

In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung unterscheiden sich die Generatormodule in ihrer Abgabeleistung. Vorteilhafterweise kann damit aktuellen Umwelt- und 25 Windverhältnissen verbessert Rechnung getragen werden, indem statistisch ermittelte, am häufigsten vorherrschende Windgeschwindigkeiten durch entsprechende, genau dafür ausgelegte Generatormodule berücksichtigt werden können. Diese können dann einzeln aufgeschaltet werden und gerade 30 ein bestimmtes Windverhältnis abdecken, das statistisch häufiger auftritt.

Ein wesentlicher Vorteil gegenüber nichtmodularen Systemen nach dem Stand der Technik liegt darin, daß die Generatormodule stufenweise aufschaltbar sind. Dadurch wird 35 die Variabilität der Betriebsführung der Windkraftanlage erhöht und damit auch deren Effizienz.

Die Zeichnungen veranschaulichen Ausführungsbeispiele der Erfindung, und zwar zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer horizontalachsigen, getriebefreien Windkraftanlage nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer horizontalachsigen, getriebefreien erfundungsgemäßen Windkraftanlage mit zwei Generatormodulen,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer horizontalachsigen, getriebefreien erfundungsgemäßen Windkraftanlage mit drei Generatormodulen und

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer horizontalachsigen, getriebefreien erfundungsgemäßen Windkraftanlage mit sieben Generatormodulen.

Wie Fig. 1 zeigt, weist eine Windkraftanlage 10 nach dem Stand der Technik eine Generatoreinheit auf, die meist in der Nähe der Längsachse des Turmes 14 – hier luvseitig – in der Gondel 16 auf der Antriebswelle 18 angeordnet ist. Dabei 55 besteht die Generatoreinheit aus einem Generatormodul 20. Das Generatormodul 20 ist als scheibenförmiger Ringgenerator ausgebildet. Für Windkraftanlagen nach dem Stand der Technik mit unterschiedlichen Leistungsanforderungen sind also auch unterschiedlich dimensionierte Generatoreinheiten notwendig. Das führt nacheiligerweise wiederum zu zusätzlichen Erfordernissen bei der Fertigung, beim Transport und bei der Montage (z. B. Kräne).

Die Gondel 16 dient als Träger für die Maschinen des Antriebsstranges 26 und ist vorzugsweise eine Fußkonstruktion, die gegenüber der Umwelt schallisoliert ist, so daß eine 60 Geräuschdämmung der Maschinen, insbesondere des Getriebes bei Windkraftanlagen mit Getriebe, erreicht wird.

Die Höhe des Turms 14 ergibt sich aus der gewünschten

Nabenhöhe des Rotors 22 und dieser um gewünschten Durchmesser des Rotors 22 je nach gewünschter Leistung der Windkraftanlage 10 und dem standortspezifischen Windangebot (Windprofil). Die Höhe des Turmes 14 kann somit zwischen wenigen Metern und ca. 100 Metern schwanken.

Die erfindungsgemäßen Windkraftanlagen 10 in den Zeichnungen 2 mit 4 unterscheiden sich – je nach Größe der Windkraftanlage 10 – in der Anzahl der Generatormodule 20 und damit in der Abgabeleistung der Windkraftanlage 10. Die folgenden Abschnitte der detaillierten Figurenbeschreibung beziehen sich daher zusammenfassend auf eine Windkraftanlage 10 des erfindungsgemäßen Typs, unabhängig von der Anzahl der Generatormodule 20.

Die Betriebsführung der Windkraftanlage 10 ist abhängig von mehreren Parametern, die teilweise über Sensoren erfaßt werden: wie die Drehzahl, die Windgeschwindigkeit, die Leistung der Generatormodule 20, der Temperatur der Generatormodule 20, Schwingungsverhalten des Systems, Parameter von hydraulischen Komponenten der Windkraftanlage 10 (wie Öldruck und Temperatur) und die aktuelle Stellung der Rotorblätter 24 im Wind bei pitchgeregelten Windkraftanlagen. Die Verstellmöglichkeit der Rotorblätter 24 (bei pitchgeregelten Windkraftanlagen 10) ermöglicht unterschiedliche Anströmverhältnisse; dadurch kann die Leistungsabgabe des Rotors 22 eingestellt werden, z. B. so, daß diese ab Erreichen der Nennleistung konstant ist.

Die Betriebsführung der Windkraftanlage 10 wird durch eine Steuereinheit 30 gesteuert. In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Steuereinheit 30 flexibel an wechselnde Anforderungen seitens der Betriebsführung der Windkraftanlage 10 anpaßbar. Alle erforderlichen Parameter für die Steuerung können über Sensoren automatisch erfaßt und berechnet werden oder sind wahlweise von einem Betreiber der Windkraftanlage 10 bestimmbar und in die Steuereinheit 30 eingebbar, insbesondere die Anzahl, Art und Reihenfolge der Zuschaltung der einzelnen Generatormodule 20. Je nach Betriebsstunden der einzelnen Generatormodule 20 und deren Abnutzung können im Einzelfall bestimmte Generatormodule 20 präferiert oder zurückgestellt werden.

Eine alternative Ausführungsform der erfindungsgemäßen Windkraftanlage 10 ist eine modulare Windkraftanlage mit sog. "Stall-Steuerung", bei der die Leistungsbegrenzung durch den Strömungsabriß an den nicht verstellbaren Flügeln des Rotors 22 erfolgt.

In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Generatormodule 20 – je nach Programmierung der Steuereinheit 30 – alle gleichzeitig oder getrennt voneinander über einen oder mehrere Frequenzumrichter netzzuschaltbar. Sind die Generatormodule 20 baugleich und werden simultan dem Netz zugeschaltet, so verteilt sich die Last symmetrisch, was sich positiv auf die Gleichverteilung der Lebensdauer der Generatormodule 20 auswirkt. Vorteilhaftweise steigt auch die Effizienz der Windkraftanlage 10 durch Verwendung mehrerer Generatormodule 20 mit geringerer Leistung, da solche "kleineren" Generatormodule 20 eher im Nennbereich gefahren und voll ausgelastet werden und somit bessere Wirkungsgrade erzielen.

In dieser Ausführungsform der Erfindung sind die Generatormodule 20 scheibenförmige Ringgeneratoren, die ko-axial auf der Antriebswelle 18 angeordnet sind. Daraus ergibt sich ein übersichtlicher, einfacher Aufbau, der Wartungs- und Reparaturarbeiten erleichtert. Sehr vorteilhaft wirkt sich dieses vor allem auf Transport und Montagearbeiten der Windkraftanlage 10 aus, da jedes Generatormodul 20 einzeln transportiert und auf die Antriebswelle "gesteckt" werden kann. Somit treten kleinere Generatorabmessungen

und -massen für den Transport und die Montage auf, was die Logistik deutlich vereinfacht und wesentlich kleinere Kräne erforderlich macht, als wenn nur ein voluminöser und schwerer Generator wie in Windkraftanlagen nach dem Stand der Technik eingesetzt wird.

In einer alternativen Ausführungsform sind die Generatormodule 20 voneinander beabstandet auf der Antriebswelle 18 angeordnet. Dies erhöht die axiale Länge der Gondel 16 nur minimal, ermöglicht aber, daß die einzelnen Generatormodule 20 eine verbesserte Wärmeabführmöglichkeit haben und desweiteren leichter gewartet werden können. Abhängig von der Anordnung der Komponenten des Antriebsstranges 26 wird ein Hauptlager 28 für die Antriebswelle 18 innerhalb der Gondel 16 angeordnet.

Durch die Erhöhung der Anzahl der Generatormodule 20 auf mehr als zwei entstehen wesentlich bessere Auslastungsmöglichkeiten der Windkraftanlage 10 als beim Stand der Technik. Weiterhin erhöht sich der Wirkungsgrad der gesamten Windkraftanlage 10 dadurch, daß kleinere Generatormodule 20 genauer gefertigt werden können (Luftspalttoleranz, Lagertoleranzen, Unwucht etc.).

Durch eine stufenweise, sukzessive Aufschaltung einzelner Generatormodule 20 wird eine optimale Anpassung der Windkraftanlage 10 an häufiger wechselnde und/oder unterschiedlich hohe Windgeschwindigkeiten erreicht. Die Steuereinheit 30 ist dabei vorzugsweise so ausgelegt, daß die Generatormodule 20, die nicht am Netz sind, frei mit drehen und vorteilhafterweise als mechanische Dämpfung bei stark wechselnden Windgeschwindigkeiten und damit starken Leistungsschwankungen der Generatormodule 20 wirken. Weiterhin entsteht der Vorteil, daß die Variabilität der Betriebsführung durch eine vermehrte Anzahl von Möglichkeiten erhöht wird und somit auch eine erhöhte Gleichmäßigkeit der Energieerzeugung (Stromeinspeisung) durch eine differenziertere Anpassung der Windkraftanlage 10 erzielbar ist.

Weitere vorteilhafte alternative Ausgestaltungen der Erfindung entstehen durch die unterschiedlichen Anordnungsmöglichkeiten der Generatormodule 20 auf der Antriebswelle 18. Eine Möglichkeit liegt darin, die Generatormodule 20 nur leeseitig anzurordnen (nicht gezeigt) und das Gewicht der Generatormodule 20 gleichzeitig als Gegengewicht zum Gewicht der sich luvseitig vom Turm befindlichen Maschinenteile (z. B. Rotor) auszunützen, um so eine statisch balancierte Windkraftanlage 10 bereitzustellen. Eine alternative Ausgestaltung liegt darin, die Generatormodule 20 – je nach konstruktionstechnischen Erfordernissen und dem gewünschten Betreiben der Windkraftanlage 10 – sowohl luv- als auch leeseitig von der Längsachse des Turms 14 anzurordnen. Daraus entspringen die weiteren Vorteile, daß eine balanciertere Konstruktion der Anlage, insbesondere der Gondel 16, ermöglicht wird und die Masse der Generatormodule 20 gleichzeitig als Gegenmasse zu anderen Maschinen des Antriebsstranges 26, etwa zum Rotor 22, fungiert, um den Gondelschwerpunkt zur Turmmittellängsachse hin zu verschieben. Durch die modulare Bauweise kann die erfindungsgemäße Windkraftanlage 10 – wie eben dargestellt – ohne zusätzliche Gegengewichte, die an sich keine Funktion für die Windkraftanlage haben und nur dem statischen Ausgleich dienen, leichter eine Balance zwischen den statischen (Eigengewicht von Maschinen und Gondel etc.) und quasistatischen (Luftkräfte aus dem im Mittel wehendem Wind, Fliehkräfte, etc.) Kräften finden bei einer variableren Anordnung der Module des Antriebsstranges 26.

Wie bei den bisher beschriebenen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Windkraftanlage 10 wird bei einer getriebefreien Anlage die Betriebsfrequenz der Generatormodule 20 durch einen Frequenzumrichter bestimmt. Alter-

nativ dazu kann/können bei einer erfundungsgemäßen Ausgestaltung einer Windkraftanlage 10 mit Getriebe, vorzugsweise ein Getriebe oder mehrere Getriebemodule die Rotor drehzahl auf die Nenndrehzahl der Generatormodule 20 umsetzen. Hier werden Fehleranfälligkeit der bei getriebefreien Anlagen notwendigen Elektronikbauteile vermieden und auf das mechanische Gebiet des Getriebes verlagert.

In den Zeichnungen ist die Antriebswelle 18 jeweils horizontal angeordnet. In einer nicht dargestellten Abwandlung erstreckt sich die Antriebswelle 18 vertikal.

Die Windkraftanlage 10 ist nicht notwendigerweise auf eine Antriebswelle 10 beschränkt, sondern kann auch zwei oder mehr Antriebswellen in Horizontal- und/oder Vertikal anordnung aufweisen.

12. Windkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (18) oder Antriebswellen (18) vertikal angeordnet sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Windkraftanlage zur Stromerzeugung, umfassend einen Turm (14), eine Gondel (16), einen Rotor (22), mindestens eine Antriebswelle (18), eine Steuereinheit (30) und eine Generatoreinheit, dadurch gekennzeichnet, daß die Generatoreinheit modular aufgebaut ist und mehrere Generatormodule (20) umfaßt und daß die Steuereinheit (30) das wahlweise Zuschalten einzelner Generatormodule (20) ermöglicht.
2. Windkraftanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Generatormodule (20) Ringgeneratoren sind.
3. Windkraftanlage nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Generatormodule (20) luv- und leeseitig vom Turm (14) angeordnet sind.
4. Windkraftanlage nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Generatormodule (20) sich in ihrer Leistungs aufnahme unterscheiden.
5. Windkraftanlage nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Generatormodule (20) baugleich ausgeführt sind.
6. Windkraftanlage nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (30) durch eine integrierte intelligente Elektronik das Zuschalten bestimmter Generatormodule (20) automatisch oder halbautomatisch berechnet.
7. Windkraftanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (30) das Zuschalten nach folgenden Parametern berechnet: Windgeschwindigkeit, Drehzahl, Leistung des Generatormodules (20), Temperatur des Generatormodules (20) und weiteren Überwachungsparametern der Windkraftanlage (10).
8. Windkraftanlage nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (30) das Zuschalten der Generatormodule (20) jeweils in Abhängigkeit voneinander steuert.
9. Windkraftanlage nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Windkraftanlage (10) getriebefrei konstruiert ist.
10. Windkraftanlage nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Generatoreinheit aus Generatormodulen (20) und die Getriebeeinheit aus zugehörigen Getriebemodulen besteht.
11. Windkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere Antriebswellen (18) aufweist, auf denen jeweils Generatormodule (20) montiert sind.

Fig. 2

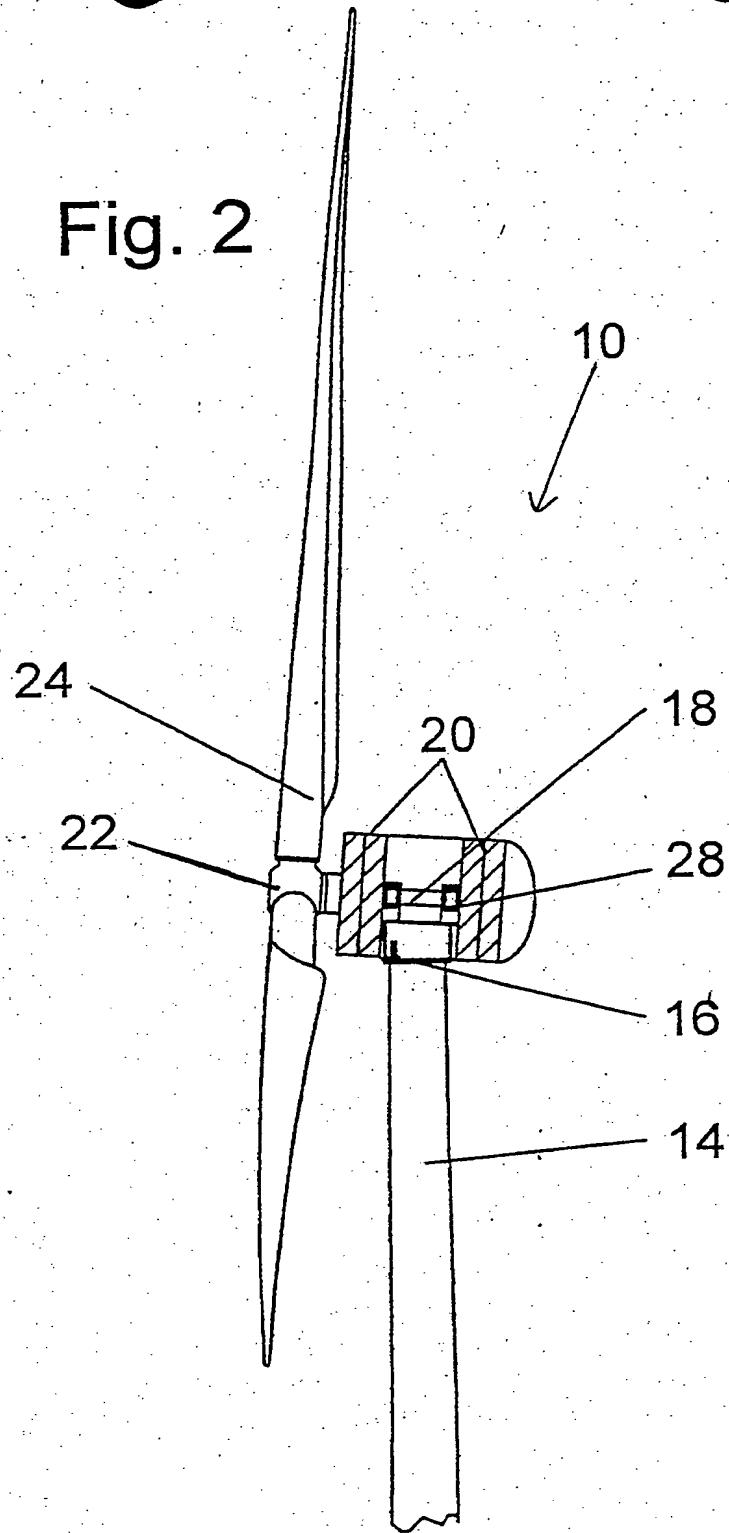


Fig. 1

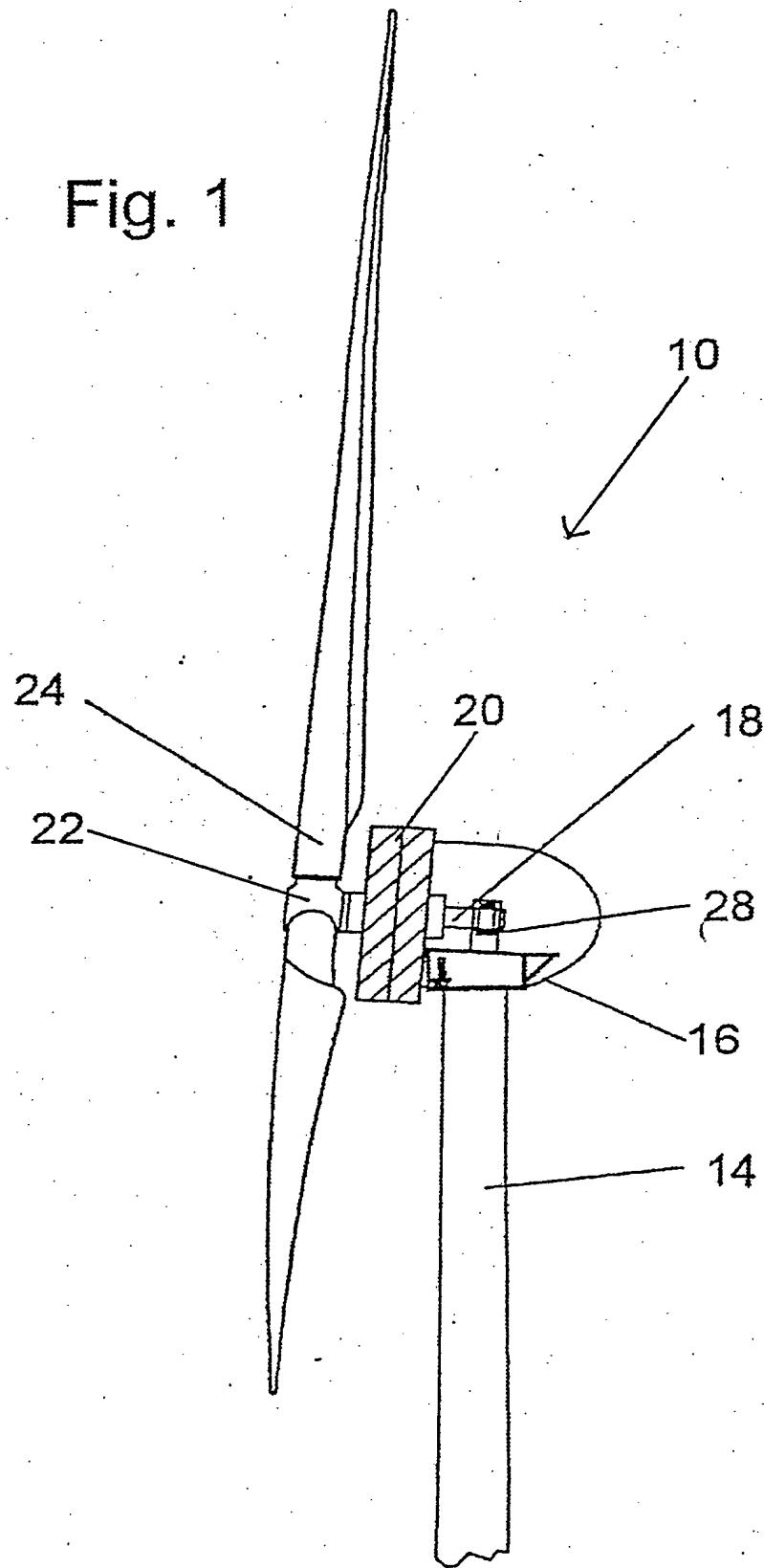


Fig. 3

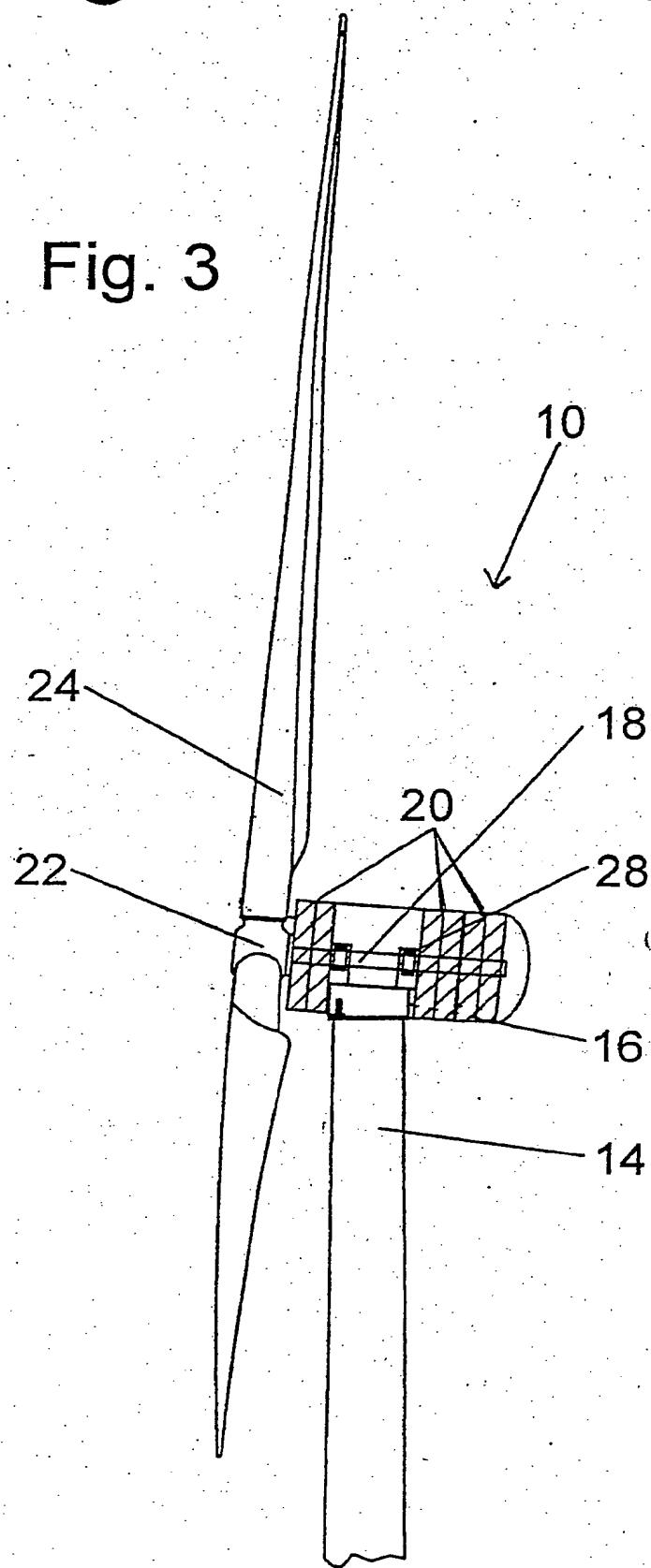


Fig. 4

